

DIALOG(R) File 347:JAPIO
(c) 2001 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

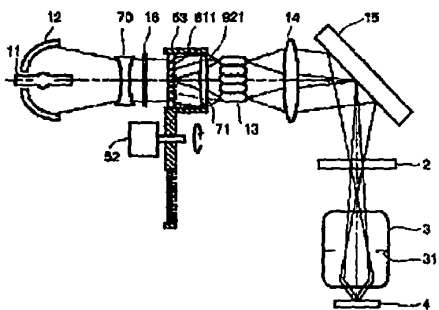
04909097 **Image available**
ALIGNER

PUB. NO.: 07-201697 JP 7201697 A)
PUBLISHED: August 04, 1995 (19950804)
INVENTOR(s): YOSHITAKE YASUHIRO
 OSHIDA YOSHITADA
APPLICANT(s): HITACHI LTD [000510] (A Japanese Company or Corporation), JP
 (Japan)
APPL. NO.: 05-334596 [JP 93334596]
FILED: December 28, 1993 (19931228)
INTL CLASS: [6] H01L-021/027; G03F-007/20
JAPIO CLASS: 42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components); 29.1 (PRECISION
 INSTRUMENTS -- Photography & Cinematography)

ABSTRACT

PURPOSE: To enhance utilization efficiency of illumination beams generated by a light source in an aligner for exposing by changed illumination.

CONSTITUTION: A collimator lens 70 and a condensing optical element are arranged between a light source 12 and an integrator lens 13, and a desired light strength distribution is obtained on a front surface of the integrator lens. Further, condensing optical element selecting means capable of selecting an optimum condensing optical element according to transfer patterns is provided. Thus, as compared with a conventional system using a screening plate, it is possible to reduce an exposing period, remove influences on an oscillation during the exposing period accompanying an increase in the exposing period, and enhance precision in transfer.



DIALOG(R)File 351:Derwent WPI
(c) 2001 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

010404365 **Image available**

WPI Acc No: 1995-305679/199540

XRPX Acc No: N95-231826

Exposure appts. for circuit pattern forming in semiconductor technology -
has lighting optical system which illuminates mask almost uniformly and
condenser for focusing light to desired area NoAbstract

Patent Assignee: HITACHI LTD (HITA)

Number of Countries: 001 Number of Patents: 001

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 7201697	A	19950804	JP 93334596	A	19931228	199540 B

Priority Applications (No Type Date): JP 93334596 A 19931228

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
-----------	------	-----	----	----------	--------------

JP 7201697	A		7	H01L-021/027	
------------	---	--	---	--------------	--

Title Terms: EXPOSE; APPARATUS; CIRCUIT; PATTERN; FORMING; SEMICONDUCTOR;
TECHNOLOGY; LIGHT; OPTICAL; SYSTEM; ILLUMINATE; MASK; UNIFORM; CONDENSER;
FOCUS; LIGHT; AREA; NOABSTRACT

Derwent Class: P84; U11

International Patent Class (Main): H01L-021/027

International Patent Class (Additional): G03F-007/20

File Segment: EPI; EngPI

Manual Codes (EPI/S-X): U11-C04E1

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-201697

(43) 公開日 平成7年(1995)8月4日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027				
G 0 3 F 7/20	5 2 1	7352-4M	H 0 1 L 21/ 30	5 1 5 D
		7352-4M		5 2 7

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平5-334596

(22) 出願日 平成5年(1993)12月28日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 吉武 康裕

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式

会社日立製作所生産技術研究所内

(72) 発明者 押田 良忠

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地株式

会社日立製作所生産技術研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

(54) 【発明の名称】 露光装置

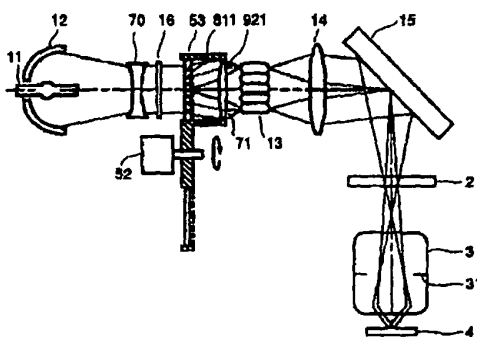
(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 変形照明で露光を行う露光装置において、光源で発生する照明光の利用効率を向上させる。

【構成】 光源12とインテグレートレンズ13の間にコリメートレンズ70と集光光学要素を配置し、インテグレートレンズ前面で所望の光強度分布を得る。また、転写パターンに応じて、最適な集光光学要素が選択できる集光光学要素選択手段を備える。

【効果】 遮蔽板を用いる従来方式に比べ、露光時間を短縮することができ、露光時間増加に伴う、露光時間中の振動の影響が排除でき、転写精度が向上する。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】マスクに形成された回路パターンを感光基板上に投影する投影光学系と光源からの照明光で、前記マスクをほぼ一様に照明する照明光学系を備えた露光装置において、前記照明光を所望の領域に集光する集光光学要素を具備することを特徴とする露光装置。

【請求項2】前記所望の領域は、前記照明光学系の光軸から離れた複数点または環状の領域であることを特徴とする特許請求第1項記載の露光装置。

【請求項3】前記集光光学要素は回折型レンズで構成されることを特徴とする特許請求第2項記載の露光装置。

【請求項4】前記回折型レンズは前記照明光学系光軸から離れるに従い、ピッチが粗くなることを特徴とする特許請求第3項記載の露光装置。

【請求項5】前記回折型レンズは表面形状が楕型のキノフォームであることを特徴とする特許請求第3項記載の露光装置。

【請求項6】前記キノフォームは2k (kは1以上の整数) 段の階段状の表面形状をもつことを特徴とする特許請求第5項記載の露光装置。

【請求項7】前記回折型レンズは複数の位相ホログラムで構成されることを特徴とする特許請求第3項記載の露光装置。

【請求項8】前記回折型レンズは透過部と遮光部をもつ複数のゾーンプレートで構成されることを特徴とする特許請求第3項記載の露光装置。

【請求項9】前記集光光学要素は、中心が回転軸上にない円弧を回転軸回りに回転させることによって表面形状が形成される屈折型レンズであることを特徴とする特許請求第2項記載の露光装置。

【請求項10】前記照明光学系は、照明光源と照明光束を平行光にするコリメートレンズとインテグレートレンズと前記集光光学要素と光束の中心を該インテグレートレンズに垂直に入射させるためのインプットレンズとインテグレートレンズ後面を縮小レンズ面上に結像するコンデンサレンズと前記集光光学要素を選択する選択手段を具備することを特徴とする特許請求第2項記載の露光装置。

【請求項11】前記集光光学要素は、前記コリメートレンズとインテグレートレンズの間に設置されることを特徴とする特許請求第10項記載の露光装置。

【請求項12】前記回折型レンズの製造法において、複数または1枚のマスクを用いて階段状または単一段差の表面形状をもつシリコンマスタを製作するシリコンマスタ製作工程と該シリコンマスタ上に導電性薄膜を形成する導電性薄膜形成工程と該導電性薄膜上に鋳型を形成する鋳型形成工程と該鋳型を用いてガラス基板上に前記回折型レンズを成形する回折型レンズ形成工程からなることを特徴とする回折型レンズの製造法。

【請求項13】前記鋳型形成工程はニッケルの電気めつ

きであることを特徴とする特許請求第12項記載の回折型レンズ製造方法。

【請求項14】前記回折型レンズ形成工程は、前記鋳型と前記ガラス基板の間に紫外線硬化樹脂を挿入し、紫外線を照射して前記回折型レンズを硬化することを特徴とする特許請求第12項記載の回折型レンズ製造方法。

【請求項15】前記マスクに形成された回路パターンに応じて複数の前記集光光学要素の中から最適な前記集光光学要素を前記選択手段により選択し、前記照明光を前記所望の領域に集光することにより、感光材の塗布された基板上に露光を行う露光方法。

【請求項16】特許請求第15項記載の露光方法を用いて製造された半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、露光装置に関し、特に、光の利用効率を落とさずに解像度の高い像を形成するための半導体露光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、半導体デバイスの製造には、マスク上の回路パターンを縮小レンズを介してフォトリソストの塗布されたウェハ上に投影露光し、さらに、現像後、エッチングを行うことにより、回路パターンを形成するフォトリソグラフィの方法が使用されている。一般的には投影露光による解像可能な最小線幅は露光波長に比例し、縮小レンズのNA (Numerical Aperture) に反比例することが知られている。しかし、焦点深度は縮小レンズのNAの2乗に反比例するため、NAを大きくすると焦点深度が減少する。

【0003】このため、半導体デバイスの微細化に対応するため、露光波長の短波長化が進められつつあり、露光光源を従来の水銀ランプ (波長365nm) からKrFエキシマレーザ (波長248nm) さらにはX線 (波長5~10nm) へと変更することが検討されている。しかし、これらの短波長光源は非常に高価で、維持費も高く、半導体の製造コストの増大をもたらす。

【0004】そこで、照明光学系の2次光源像の光強度分布を従来の円形から、輪帯または4箇所ピークを持つ分布に成形する所謂、変形照明が、波長や縮小レンズのNAを変えずに解像度を向上させる方法として注目されている。例えば前者に関しては特開平5-21312、後者に関しては特開平4-267515、および特開平4-329623により開示されている。

【0005】以下、「図6」、「図7」により、変形照明による解像度向上の原理を説明する。

【0006】「図6」は、マスク上のライン・アンド・スペースパターン21を縮小レンズ3によりウェハ4上に投影する光学系において、照明光901がライン・アンド・スペースパターン21に対して垂直に入射する場合の図を示す。この時、+1次回折光903または-1

次回折光904が0次光902と成す角 θ は、次式で与えられる。 * [0007]
* [数1]

$$\theta = \sin^{-1} \left(\frac{\lambda}{p} \right) \quad (\text{数1})$$

[0008]ここに、 λ は照明光の波長、 p はライン・アンド・スペースパターン21のピッチである。ここで、縮小レンズのウェハ側のNAをNA、縮小率を1/5とし、照明光のうちマスクに垂直に入射する成分90※ ※1に着目すると、
[0009]
[数2]

$$\theta > NA/5 \quad (\text{数2})$$

[0010]の時、 ± 1 次回折光903、904が縮小レンズ31を透過できずウェハ上で結像しない。なぜなら、ウェハ4上の像は0次光902と ± 1 次回折光903、904がウェハ4上に所定の角度で入射することによって形成されるからである。

[0011]一方、「図7」に示すように光軸900に対して $\theta/2$ の角度で入射する成分911を考えると、1次回折光914は縮小レンズ31を透過しないが、0次光912および+1次回折光913は透過し、結像させることができる。従って照明光911の成分だけ選択して照明すれば、波長やNAを変えなくてもコントラストの良い結像パターンが得られる。

[0012]次に、この原理を用いた従来の装置構成を「図8」により説明する。

[0013]水銀ランプ11を出射した光は波長選択フィルタ16により、露光波長だけが透過した後、インテグレートレンズ13の前面に集光され、インテグレートレンズ13の後面を出射した光はコンデンサレンズ14により、ミラー15を介して、縮小レンズ31上に結像される。この時、マスク2に角度 $\theta/2$ で入射する成分を選択するため、遮蔽板801をインテグレートレンズ13の後ろに配置する。遮蔽板801は例えば、輪帯の開口部をもち、この時輪31上の光強度分布311は遮蔽板801に対応した輪帯形状となる。

[0014]角度 θ は「数1」に示したようにマスク上のパターンのピッチ p の関数となるので、転写すべきパターンによって遮蔽板801の開口部形状、例えば開口部を形成する内側の径と外側の径を変える必要がある。そこで、透光板保持板51に複数の透光板を挿入し、透光板保持板51を駆動部52により回転させて、所望の透光板を選択する。

★40

$$d_1(r_1) = d_{\max} \left[m - \frac{(R_1 - r_1)^2}{2\lambda f_1} \right] \quad (\text{数3})$$

$$R_1 - \sqrt{2m\lambda f_1} < r_1 \leq R_1 - \sqrt{2(m-1)\lambda f_1}$$

[0019]ここに、 r_1 は中心からの距離、 λ は照明光の波長、 f_1 はキノフォーム811から集光位置までの距離、 R_1 は光軸から集光位置までの距離、 m は1以上の整数であり、 d_{\max} はキノフォーム811の最大

厚さであり、キノフォーム811の屈折率を n_1 とすると、

[0020]
[数4]

10★ [0015]マスク2上のパターンが、パターン221およびパターン222のように、互いに直交するパターンのみで構成されている場合は、透光板802のような4つの開口をもつものにする、転写の解像度はさらに向上する。この時、輪31上では光強度分布312のような分布となる。しかし、パターン223のように45度方向のパターンが含まれる場合には、透光板801を使用し、転写解像度のパターン方向への依存性が出ないようにする。

[0016]

【発明が解決しようとする課題】「図8」の透光板801、透光板802はインテグレートレンズ13に入射する光束の一部だけを透過させるものであり、水銀ランプを出射する光の利用効率は、 $1/5 \sim 1/3$ と悪い。この結果、露光時間の増大を招き、露光装置のスループットの低下につながる。また、露光時間中は、ウェハ4は静止している必要があるが、露光時間の増加につれ、露光中の装置振動の影響を受け易くなり、転写精度が劣化する。

[0017]

30【課題を解決するための手段】集光光学要素を設けることにより、水銀ランプから照射された光を遮蔽することなく、照明光を所望の位置に集光する。輪帯状および4箇所集光する集光光学系の例を「図2」、「図3」および「図4」、「図5」により説明する。「図2」のキノフォーム811は周辺になるほどピッチが粗くなる回折型レンズを示す。キノフォーム811の表面形状 $d_1(r_1)$ は「数3」によって表すことができる。

[0018]

[数3]

5

$$d_{\max} = \frac{\lambda}{n_1 - 1}$$

(数4)

【0021】で表すことができる。

*で表すことができる。

【0022】また、整数mの範囲は、キノフォーム81

【0023】

1に入射する平行光束911の径をD1とすると、次式*

【数5】

$$\frac{1}{2\lambda f_1} (R_1 - \frac{D_1}{2})^2 < m < \frac{R_1^2}{2\lambda f_1} \quad (\text{数5})$$

【0024】このキノフォーム811により、平行光束911は半径R1の輪帯形状912に集光される。

※する屈折型素子812を用いても良い。

【0025】R1/f1が小さい場合、「数3」で決定

【0026】表面の断面プロファイルの曲率半径r2は「数6」によって表すことができる。

される表面形状が実現できれば、理論上ほぼ100%の効率で達成できる。なお、輪帯状に集光する集光光学

【0027】

要素を「図3」に示すように周辺になるほど厚みが増加※

【数6】

$$r_2 = (n_2 - 1) f_2 \quad (\text{数6})$$

【0028】ここに、f2は屈折型素子812から集光位置までの距離、n2は屈折型レンズ812の屈折率、である。光軸を中心とする半径R2の輪帯形状913に集光する場合、曲率半径r2の中心を光軸からR2の位置に設定する。

★同心円状の位相ホログラムで構成されている。「図5」の位相ホログラム要素831は位相ホログラム821の構成要素であり、回折型レンズの一種である。中心からの距離をr3とすると、位相パターン部832（平面図の白抜き部分、断面図の斜線部分）の領域は次式で表すことができる。

【0029】次に「図4」、「図5」により、平行光束20を4箇所に集光する方法について述べる。

【0031】

【0030】「図4」の位相ホログラム821は4つの★

【数7】

$$\sqrt{2k\lambda f_3} \leq r_3 < \sqrt{(2k+1)\lambda f_3} \quad (\text{数7})$$

【0032】ここに、kは0以上の整数である。

☆【0034】

【0033】また、位相パターン部832の厚さd3は

【数8】

位相パターン部832の材質の屈折率をn3とすると、☆

$$d_3 = \frac{\lambda}{2(n_3 - 1)} \quad (\text{数8})$$

【0035】で与えられる。ただし、λは照明光の波長である。

【0036】例えば、集光面822上の座標(a, a), (-a, a), (-a, -a), (a, -a)に集光する場合は、位相ホログラム要素831の中心がそれぞれの座標に対応するように配置し、位相ホログラム821を構成すれば良い。位相ホログラム821の平面図の黒の部分は位相パターンのない部分、白の部分は位相パターンのある部分を示す。この位相ホログラム821の効率は40%程度である。なお、効率は落ちるが、位相ホログラム821平面図の黒部分を透光部、白部分を透過部とするゾーンプレートで構成しても良い。

【0037】また、位相ホログラム要素831を「図2」と同様な表面が鰻状のキノフォームとしても良い。

【0038】

【作用】上記のような集光光学要素を用いれば、照明光を所望の位置に集光することができ、照明光利用率を大幅に向上させることが可能となり、変形照明を用いた場合の露光時間の増加を防ぐことができる。

【0039】

【実施例】「図1」を用いて本発明の1実施例を説明する。

30 【0040】水銀ランプを出射した照明光は、コリメータレンズ70により、平行光となり、波長選択フィルタ16により、露光に必要な波長だけが透過し、集光光学要素80に入射する。集光光学要素に「図2」のキノフォーム811を用いた場合照明光束は輪帯状にインテグレートレンズ13の前面に集光される。この時、キノフォーム811通過後の照明光束の中心光線921をインブットレンズ71によって、インテグレートレンズ前面131に垂直に入射させる。これは、マスク2上で均一な照度分布を得るために必要である。

40 【0041】インテグレートレンズ13後面を出射した照明光はコンデンサレンズ14により、折り曲げミラー15を介して縮小レンズ31上に集光され、マスク2上の回路パターンをウェハ4上に輪帯照明により、転写することができる。なお、集光光学要素に「図4」の位相ホログラム821を使用する場合はインテグレートレンズ13の前面上の4箇所に集光される。この時はインブットレンズ71は必要ない。

50 【0042】「数1」で示したように良好な結像に必要な最適な照明光入射角θ/2はパターンピッチPによって変える必要がある。そこで、インテグレートレンズ13の前面上に集光される光強度分布の形状もパターンに

よって変えなければならない。そこで、保持具53に複数の集光光学要素を装着し、駆動部52を回転させることにより、マスク2上のパターンに合わせて最適な集光光学要素を選択する。なお、キノフォーム811の集光位置によって中心光線921も変わるため、キノフォーム811を変える場合は、インプットレンズ71も変える必要がある。そこで、インプットレンズ71はキノフォーム811と共に保持部53に装着し、駆動部52を駆動することにより、最適なキノフォーム811とインプットレンズ71が選択される構成とする。

【0043】次に「図2」のキノフォーム811の製造法を「図9」を用いて説明する。

【0044】本製造方法では「図2」のキノフォーム811の表面形状を4段の階段形状で近似する。ステップ1、2では「エス・ピー・アイ・イー第1211巻1990年125頁〜136頁(SPIE, Vol. 1211, 1990, 125-136)」に記載されている方法を応用する。まず、ステップ1により半導体製造プロセスに用いられているリソグラフィプロセスと同様に、耐エッチング性の感光材の塗布されたシリコン基板621上に第1のマスク611のパターンを転写、現像後、エッチングする。

【0045】次に、ステップ2で、第2のマスクパターン612を用い、ステップ1と同様のプロセスにより4段の階段状の表面形状をもつシリコンマスタ622を製*

$$\eta = \left[\frac{\sin \frac{\pi}{M}}{\frac{\pi}{M}} \right]^2$$

【0052】また、シリコンマスタ622を製作する上で、「O Plus E 1989年3月号104頁〜111頁」に開示されているように、電子線描画装置の露光量を制御しながら描画することにより、シリコン基板上に直接、「数3」の形状を形成しても良い。しかし、この場合は、複数のマスクを使用する上記の方法に比べて、露光に要する時間が大幅に増加する。

【0053】「図4」の位相ホログラム821も1枚のマスクを使用し、「図8」と同様な方法で製作することができる。「図3」の屈折型素子812は、ガラス材をダイヤモンド旋盤で切削するか、射出成形によって製作することができる。

【0054】

【発明の効果】本発明によれば、照明光を所望の位置に集光することができ、照明光利用効率を大幅に向上させることが可能となり、変形照明を用いた場合の露光時間の増加を防ぐことができる。また、露光時間の増加にともなう、振動の影響も受けにくくなる。

【図面の簡単な説明】

*作する。

【0046】ステップ3により、化学反応あるいは、スパッタリングのような物理的方法でシリコン基板622の表面に、例えば、金や銀等の導電性薄膜630を形成する。

【0047】次にステップ4で、導電性薄膜630の上にニッケルを電気めっきにより堆積させ、金型640を形成する。金型640は導電性薄膜630、シリコンマスタ622から離型される。

【0048】ステップ5では、金型640とガラス基板650の間に紫外線硬化樹脂660を挿入し、ガラス基板側から紫外線を一定時間照射し、紫外線硬化樹脂660を硬化させる。

【0049】ステップ6で紫外線硬化樹脂660を金型640から離型し、キノフォーム811が得られる。キノフォーム811の表面形状を4段の階段で近似すると光の利用効率は81%となるが、使用するマスクの数を3枚、4枚と増やすと、8段近似、16段近似の形状が得られ、この時の光の利用効率はそれぞれ、95%、99%へと増加させることができる。

【0050】一般に、k枚のマスクを用い、M=2k段の階段で「数6」を近似する場合、光の利用効率ηは「数9」で表せることが知られている。

【0051】

【数9】

(数9)

【図1】本発明の露光装置の一実施例

【図2】キノフォームの説明図

【図3】屈折型素子の説明図

【図4】位相ホログラムの説明図

【図5】位相ホログラム要素の説明図

【図6】垂直入射の照明光の結像への寄与

【図7】1次回折角の半分で入射する照明光の結像への寄与

【図8】変形照明対応の従来の露光装置

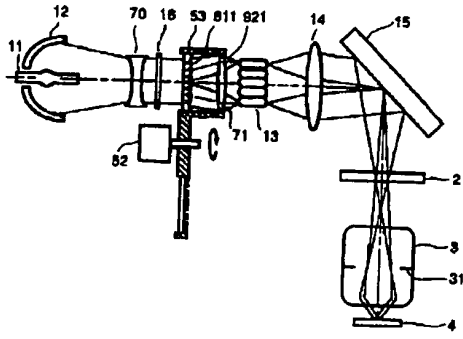
【図9】キノフォームおよび位相ホログラムの製作方法

【符号の説明】

2…マスク、 3…縮小レンズ、 4…ウェハ、 11…水銀ランプ、 12…放物面鏡、 13…インテグレートレンズ、 14…コンデンサレンズ、 15…折り曲げミラー、 16…波長選択フィルタ、 31…縮小レンズ、 52…駆動部、 53…保持具、 70…コリメートレンズ、 71…インプットレンズ、 811…キノフォーム、 921…照明光束の中心光線

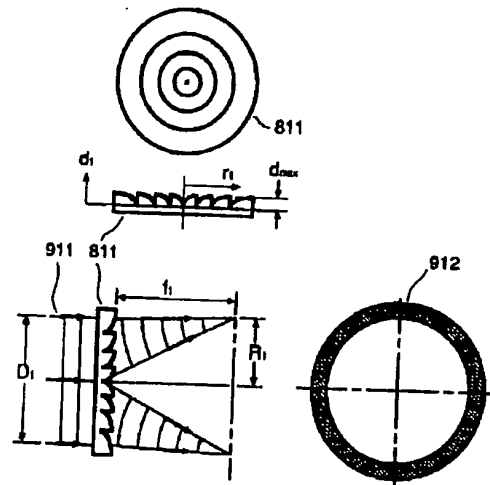
【図1】

図 1



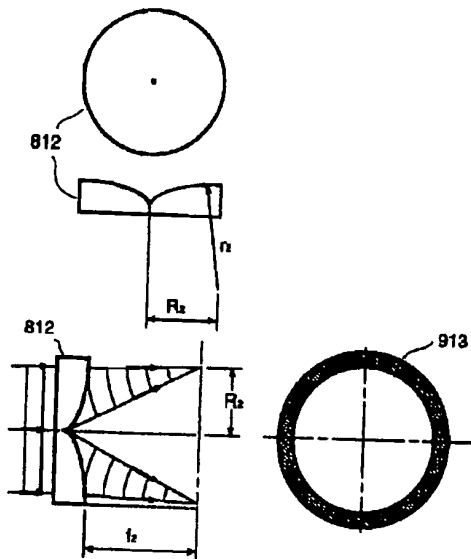
【図2】

図 2



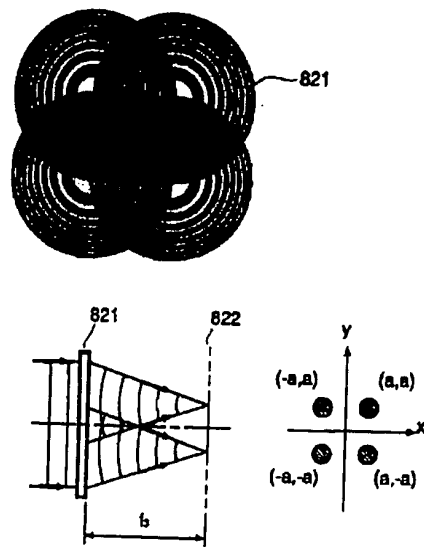
【図3】

図 3

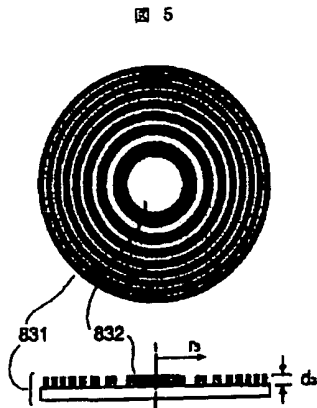


【図4】

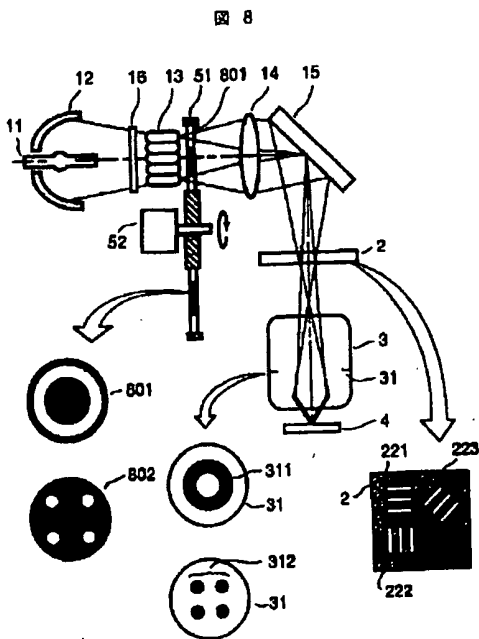
図 4



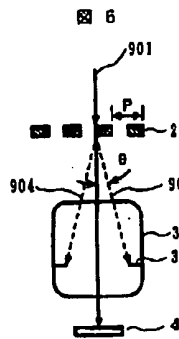
【図5】



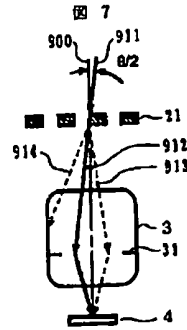
【図8】



【図6】



【図7】



【図9】

